

образце под давлением. Коэффициент Зеебека  $S$  уменьшается с ростом давления во всем исследуемом диапазоне. В полученных барических зависимостях, наблюдаются определенные особенности, соответствующие фазовым преобразованиям, происходящим в образце под действием давления.

4. Zhao Z.S. et al., Journal of Superhard Materials, 34, 371 (2013).
5. Yakovlev E.N. et al., Rev. Phys. Chem. Japan, 50, 243 (1980).
6. Мельникова Н.В. и др., Физика твердого тела, 60, 490 (2018).

## СОПОСТАВИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ И МАГНИТНЫХ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Костин В.Н.<sup>1,2</sup>, Сербин Е.Д.<sup>1,2</sup>, Созонов Д.А.<sup>1\*</sup>

- <sup>1</sup>) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия
  - <sup>2</sup>) Институт физики металлов имени М. Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
- \*E-mail: [dmittirijj-sozonov@yandex.ru](mailto:dmittirijj-sozonov@yandex.ru)

## COMPARATIVE STUDY OF ULTRASONIC AND MAGNETIC METHODS FOR ESTIMATING PLASTIC DEFORMATION OF MEDIUM CARBON STEEL

Kostin V.N.<sup>1,2</sup>, Serbin E.D.<sup>1,2</sup>, Sozonov D.A.<sup>1\*</sup>

- <sup>1</sup>) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia
- <sup>2</sup>) M. N. Mikheev Institute of Metal Physics of UrB of RAS, Yekaterinburg, Russia

The group of magnetic and acoustic parameters of 30CrMnSiA steel subjected to cold rolling and subsequent flat pressing was determined. It is shown that the coercive force has a maximum at a strain of about 6% and monotonously decreases with increasing strain to 20%. It is shown that the measurement of the propagation speed of longitudinal ultrasonic waves in 30CrMnSiA steel is not optimal for determining the degree of its deformation.

В современной практике неразрушающего контроля и диагностики для обеспечения высокой информативности и достоверности результатов контроля недостаточно применения одного метода. Одним из акустических методов измерения остаточных напряжений в металлоконструкциях является метод акустоупругости. В его основе лежит упругоакустический эффект, который заключается в линейной зависимости скоростей упругих волн от напряжений [1]. Реализация способа акустоупругости возможна как традиционным ультразвуковым эхо-методом, так и с помощью электромагнитно-акустических (ЭМА) преобразователей, излучающих сдвиговые волны [2]. Однако, применение метода акустоупругости для оценки уровня напряжений осложнено по нескольким причинам: помимо напряжений на скорость ультразвука влияют многие взаимосвязанные факторы,

обусловленные в первую очередь структурой материала. Также изменение скорости ультразвуковых колебаний от степени деформации не превышает 1,5%, что предъявляет высокие требования к измерительной аппаратуре и методике [3].

Целью данного исследования было проведение сопоставительного сравнения ультразвукового и магнитного способов оценки степени пластической деформации холоднодеформированных сталей.

Для варьирования степени пластической деформации от 0 до 20 % образцы из стали 30ХГСА были подвергнуты холодной прокатке в валках и последующему плоскому прессованию для исправления формы.

В работах [4,5] было определено, что изменение скорости поперечных ультразвуковых волн на данных образцах составило 2,5 %, рэлеевских - 2,2 %, продольных - 0,8 %. Также было проведено измерение скорости распространения продольных ультразвуковых колебаний прямым совмещенным пьезоэлектрическим преобразователем (ПЭП) П111-10,0-К4х4 на дефектоскопе УД9812 "Уралец". По результатам ультразвуковых измерений изменение скорости распространения продольных волн на указанных образцах составило 1%.

Магнитные свойства вещества образцов были измерены с помощью магнитно-измерительного комплекса REMAGRAPH C – 500 производства фирмы Magnet-Physik Dr. Steingroever GmbH, Германия. Погрешность измерения намагниченности не превышала 3 %, погрешность измерения поля – 2 %.

Показано, что коэрцитивная сила имеет максимум при деформации порядка 6 % и монотонно уменьшается при увеличении деформации до 20 %.

Показано, что измерение скорости прохождения продольных ультразвуковых волн в стали 30ХГСА не является оптимальной для определения её степени деформации.

*Работа была выполнена в рамках государственного задания по теме "Диагностика" № АААА-А18-118020690196-3.*

1. Никитина Н.Е. Акустоупругость. Опыт практического применения, ТАЛАМ (2005).
2. Муравьев В.В. И др. Заводская лаборатория. Диагностика материалов, 82, 52 (2016).
3. Муравьев В.В. и др. Скорость звука и структура сталей и сплавов, Наука (1996).
4. Kostin V.N., Serbin E.D., AIP Conference Proceedings, 2015, 020045 (2018).
5. Kostin V.N., Serbin E.D., AIP Conference Proceedings, 2053, 020005 (2018).